

Optical integrator bar for optical projectors, uses a number of luminescent diodes that introduce light that is reflected of internal surfaces to form a homogeneous output

Patent number: DE10237202

Publication date: 2004-02-26

Inventor: SYMANOWSKI CHRISTFRIED (DE); HOFMANN JENS (DE); GEISLER ENRICO (DE); TROELLSCH ARNE (DE); ZIELKE MARIO (DE)

Applicant: ZEISS CARL JENA GMBH (DE); FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)

Classification:

- international: G02B6/00; G02B6/10; G02B27/09; G02B27/14; G02B6/42; G02B6/00; G02B6/10; G02B27/09; G02B27/14; G02B6/42; (IPC1-7): G02B26/08; F21V8/00

- european: G02B6/00; G02B6/10; G02B27/09; G02B27/09C; G02B27/09E5; G02B27/14

Application number: DE20021037202 20020814

Priority number(s): DE20021037202 20020814

Also published as:



US6890108 (B2)



US2004091216 (A1)

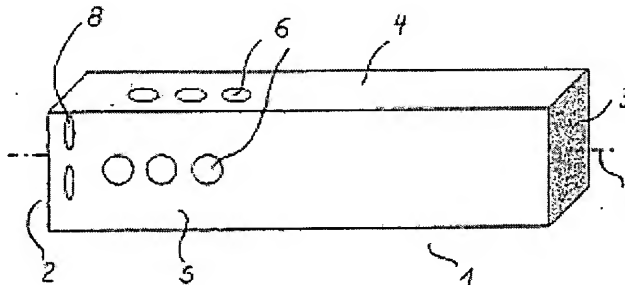


CN1490640 (A)

Report a data error here

Abstract of DE10237202

The optical integrator is in the form of a rectangular section bar having an input surface (2) and an output surface (3). Set into the sides are three luminescent diodes (6) that have the same characteristics that have large optical spread angles. A further two (8) are at set across the bar. The output light is reflected off the inner surfaces to create a homogeneous light field.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 37 202 A1** 2004.02.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 37 202.0**
(22) Anmeldetag: **14.08.2002**
(43) Offenlegungstag: **26.02.2004**

(51) Int Cl.⁷: **G02B 26/08**
F21V 8/00

(71) Anmelder:
Carl Zeiss Jena GmbH, 07745 Jena, DE;
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80686 München, DE

(72) Erfinder:
Symanowski, Christfried, 07745 Jena, DE;
Hofmann, Jens, Dr., 99510 Apolda, DE; Geißler,
Enrico, 07745 Jena, DE; Trölsch, Arne, Dr., 99441
Großschwabhausen, DE; Zielke, Mario, 07745
Jena, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:
DE 43 09 389 C2
DE 101 03 100 A1
DE 101 02 586 A1
DE 101 02 585 A1
DD 2 90 725 A5
US 59 97 150 A
US 56 22 423 A
US2001/62 22 623 B1
WO 01/07 828 A1

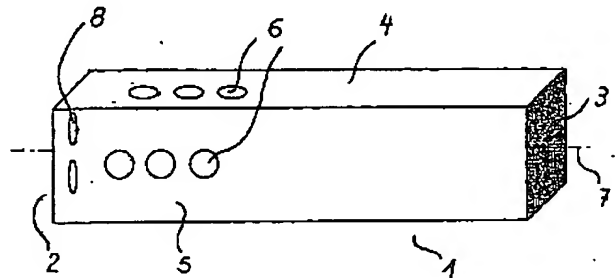
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Lichtmischstab**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Lichtmischstab zum Homogenisieren eines Lichtbündels, bevorzugt zur Verwendung in Projektionseinrichtungen, wobei sich der Intensitätsschwerpunkt des Lichtbündels in einer Längsrichtung zwischen einer Lichteintrittsfläche (2) und einer Lichtaustrittsfläche (3) bewegt und im Lichtmischstab (1) reflektierende Flächen (4, 5) vorhanden sind, deren Flächennormalen senkrecht oder geneigt zu dieser Längsrichtung liegen, an denen Teilstrahlen (11) zur Führung des Lichtbündels reflektiert werden.

Zum Zwecke der Erzeugung des Lichtbündels sind in den Seitenflächen (4, 5) des Lichtmischstabes (1) und/oder der Lichteintrittsfläche (2) Lumineszenzdioden (6, 8) mit in den Innenraum orientierter Wirkrichtung und definierter Abstrahlcharakteristik eingebracht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Lichtmischstab zum Homogenisieren eines Lichtbündels, bevorzugt zur Verwendung in Projektionseinrichtungen, wobei sich der Intensitätsschwerpunkt des Lichtbündels in einer Längsrichtung zwischen einer Lichteintrittsfläche und einer Lichtaustrittsfläche bewegt und im Lichtmischstab reflektierende Flächen vorhanden sind, deren Flächennormalen senkrecht oder geneigt zu dieser Längsrichtung liegen, an denen Teilstrahlen zum Zwecke der Führung des Lichtbündels reflektiert werden.

[0002] Lichtmischstäbe (Integratoren) werden in der Optik insbesondere dort eingesetzt, wo eine gleichmäßige Ausleuchtung von Beleuchtungsfeldern erforderlich ist. Ausführungsformen sind Vollmischstäbe (Ausnutzung der Totalreflexion an den Grenzflächen zur Luft) oder Hohlmischstäbe, die im wesentlichen aus einem Grundkörper bestehen, dessen Seitenflächen gleichmäßig mit reflektierenden Schichten versehen sind. Das durch die Lichteintrittsfläche in den Integrator eingekoppelte Licht wird an den reflektierenden Flächen bis hin zur Lichtaustrittsfläche mehrfach hin und her reflektiert. Bedingt durch das sogenannte „Durchmischen“ des Lichtes entsteht an der Lichtaustrittsfläche in Abhängigkeit vom Querschnitt und der Länge des Integrators ein homogenisiertes Leuchtfeld. Eine derartige Lösung wird beispielsweise in DE 198 19 245 C1 beschrieben.

[0003] Eine Möglichkeit der Erzeugung eines gleichmäßig ausgeleuchteten Feldes in der Lichtaustrittsfläche besteht darin, dass zunächst das Leuchtfeld eines im primären Fokus eines Ellipsoidreflektors angeordneten Brenners in den sekundären Fokus dieses Ellipsoidreflektors abgebildet wird. Dieses Leuchtfeld ist sehr inhomogen und hat eine Apertur, die von der Winkelabstrahlcharakteristik des Brenners und der Öffnung des Ellipsoidreflektors abhängig ist. Mit diesem Spot des sekundären Fokus wird die Eintrittsfläche des Lichtmischstabes beleuchtet. Sofern die Seitenflächen der Integratoren parallel zueinander verlaufen, entsprechen die Aperturen in der Lichtaustrittsfläche den Aperturen in der Lichteintrittsfläche.

[0004] Derartige Varianten sind anordnungstechnisch sehr aufwendig. Hinzu kommt der relativ hohe Justieraufwand zur definierten Einlenkung des Lichtbündels in den Lichtmischstab. Um beispielsweise ein Farbmanagement mit variabler Farbeinstellung zu realisieren bedarf es zusätzlicher mechanisch bewegter Bauelemente.

[0005] Ausgehend von den Nachteilen des beschriebenen Standes der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Lichtmischstab zu konzipieren, der den anordnungstechnischen Aufwand zur Erzeugung eines homogenisierten Leuchtfeld reduziert und ohne zusätzliche mechanisch bewegte Baugruppen eine variable Farbeinstellung des Leuchtfeldes ermöglicht.

[0006] Diese Aufgabe wird mit einem Lichtmischstab der eingangs beschriebenen Art, der als Hohlintegrator ausgebildet sein kann, erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zum Zwecke der Erzeugung des Lichtbündels in den Seitenflächen des Lichtmischstabes Lumineszenzdioden mit in den Innenraum orientierter Wirkrichtung und definierter Abstrahlcharakteristik derart angeordnet sind, dass auf dem Wege zur Lichtaustrittsfläche eine ausreichende Durchmischung der Teilstrahlenbündel erfolgt, wobei vorteilhafterweise die Lumineszenzdioden mit einer zeitlich taktierenden und/oder wellenlängenverändernden Ansteuereinheit gekoppelt sind.

[0007] Für die anzustrebende hohe Effektivität und die gewünschte Abstrahlcharakteristik mit möglichst kleinen Aperturwinkeln im Leuchtfeld der Lichtaustrittsfläche ist es günstig, wenn die Winkelabstrahlcharakteristik der Lumineszenzdioden vorzugsweise in der Längsrichtung des Lichtmischstabes liegt und senkrecht dazu möglichst gering ist. Außerdem soll die Winkelabstrahlcharakteristik der Lumineszenzdioden in der Lichteintrittsfläche des Integrators so kleine Winkel zur optischen Achse des Integrators aufweisen, wie in der Ebene der Lichtaustrittsfläche benötigt werden.

[0008] Üblicherweise sind Lumineszenzdioden, die beispielsweise in der Lichteintrittsfläche eines Lichtmischstabes angeordnet sind, zur Erzeugung eines homogenisierten Lichtfeldes in der Lichtaustrittsfläche ungeeignet. Ursache dafür sind die relativ großen Aperturen der Dioden, die dann auch in der Lichtaustrittsfläche noch vorhanden sind. Durch die relativ große Lichtaustrittsfläche eines Lichtmischstabes wird ein großer geometrischer Fluß erzeugt, der für die meisten Anwendungsfälle unbrauchbar ist. Daher müssen die in der Lichteintrittsfläche angeordneten Lumineszenzdioden eine Winkelabstrahlcharakteristik aufweisen, die durch kleine Winkel zur optischen Achse des Integrators gekennzeichnet ist.

[0009] Resultierend aus der erfindungsgemäßen Anordnung der Lumineszenzdioden in den Seitenflächen des Lichtmischstabes wird die an sich sehr große Abstrahlcharakteristik der Dioden ausgenutzt, um an der Lichtaustrittsfläche ein für die meisten Anwendungsfälle geeignetes homogenes Lichtfeld mit einem relativ kleinen Aperturwinkel zu erzeugen.

[0010] Die Lumineszenzdioden leuchten in das Innere des Lichtmischstabes ohne dabei wesentlich die reflektierenden Flächen zu beeinflussen, da deren Austrittsflächen relativ klein sind. Aufgrund ihrer, wie oben beschriebenen Abstrahlcharakteristik, werden die Lichtbündel an den reflektierenden Seitenflächen sowie an der reflektierenden Lichteintrittsfläche des Lichtmischstabes so reflektiert, dass sich beim Durchgang zur Lichtaustrittsfläche eine gleichmäßig ausgeleuchtete Fläche mit den benötigten kleinen Aperturwinkeln ergibt.

[0011] Vorteilhafterweise sollten die in den Innenraum des Mischstabes orientierten Lichtaustrittsflächen der Lumineszenzdioden an den nicht für den

Lichtdurchtritt benötigten Flächenteilen, die parallel oder genau konform zu den reflektierenden Innenflächen des Lichtmischstabes anzuordnen sind, mit Spiegeln versehen sein. Dadurch wird die reflektierende Innenfläche des Lichtmischstabes durch die für die Einkopplung der Strahlen der Lumineszenzdioden in den Integrator benötigte Fläche möglichst wenig verkleinert und die Effektivität gesteigert.

[0012] Durch zeitlich nacheinander geschaltete Lumineszenzdioden mit verschiedenen Wellenlängen lässt sich ein Farbmanagement (Farbsynchronisation) erzeugen, ohne dass zusätzlich mechanisch bewegte Baugruppen erforderlich sind.

[0013] Gleichzeitig können über eine entsprechende Ansteuereinheit der Lumineszenzdioden mit verschiedenen Wellenlängen Farben nahezu stufenlos variiert werden.

[0014] Um ein gleichmäßig ausgeleuchtetes Leuchtfeld in der Lichtaustrittsfläche des Integrators zu erzeugen, sind die Lumineszenzdioden zweckmäßigerweise in der Nähe der Lichteintrittsfläche und in dieser selbst angeordnet.

[0015] Gezielte Aperturwinkel lassen sich durch den Einsatz von Lumineszenzdioden mit unterschiedlicher Abstrahlungscharakteristik erreichen.

[0016] In einer vorteilhaften Ausgestaltung können zusätzlich in der reflektierenden Lichteintrittsfläche eine oder mehrere Lumineszenzdioden aufgenommen werden. Sie müssen annähernd eine solche Winkelabstrahlcharakteristik aufweisen, wie sie in der Lichtaustrittsfläche des Integrators benötigt wird. Diese Lumineszenzdioden bewirken eine Erhöhung des Lichtstromes. Um dabei eine hohe Effektivität zu erreichen, sollte die Abstrahlcharakteristik so sein, dass sich der Hauptanteil des Lichtes in der Längsrichtung des Lichtmischstabes ausbreitet, während der senkrecht zur Längsrichtung orientierte Lichtanteil so gering wie möglich ist.

[0017] Da der mit den Lumineszenzdioden erzeugte Lichtstrom mitunter für bestimmte Anwendungsfälle nicht ausreichend ist, erweist es sich in einer weiteren vorteilhaften Gestaltung als zweckmäßig, einen Lichtmischstab als Kombination aus mehreren, in Lichtführungsrichtung hintereinander angeordneten sowie optisch miteinander gekoppelten Teilelementen zu verwenden, wobei die Teilelemente in ihrer Anordnung der Lumineszenzdioden sowohl äquivalent als auch differenziert ausgebildet sein können.

[0018] Um den erfindungsgemäßen Lichtmischstab in einem Gerät multifunktionell nutzen zu können, ist es von Vorteil, in die Lichteintrittsfläche zusätzlich das Lichtbündel einer weiteren Beleuchtungsquelle einzukoppeln, wobei dann die Lichteintrittsfläche nicht zwingend in das Innere des Lichtmischstabes reflektierend wirkend ausgebildet sein muß. Dies kann beispielsweise der sekundäre Fokus eines Ellipsoidreflektors mit Gasentladungslampe sein.

[0019] Der erfindungsgemäße Lichtmischstab soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Es zeigen:

[0020] Fig. 1 eine schematische Darstellung des Lichtmischstabes Fig. 2 Abstrahlcharakteristikbeispiel der Lumineszenzdioden in Längsrichtung ihrer Achse

[0021] Fig. 3 Abstrahlcharakteristikbeispiel der Lumineszenzdioden in Richtung der optischen Achse des Lichtmischstabes Fig. 4 Strahlenverlauf am Hohlintegrator bei einer aktiven Lumineszenzdiode

[0022] Fig. 5 Strahlenverlauf am Vollintegrator bei einer aktiven Lumineszenzdiode

[0023] Fig. 1 zeigt den erfindungsgemäßen Lichtmischstab 1 in Form eines quaderförmigen Vollintegrators mit einer Lichteintrittsfläche 2 und einer Lichtaustrittsfläche 3, die beide einen rechteckförmigen Querschnitt aufweisen. In allen Seitenflächen, die senkrecht zueinander liegen, von denen aus Gründen der vereinfachten Darstellung nur die Seitenflächen 4 und 5 sichtbar sind, befinden sich jeweils drei Lumineszenzdioden 6 mit gleicher Abstrahlcharakteristik, deren Lichtausbreitungsrichtungen (Achsen) senkrecht zur Lichtführungsrichtung im Lichtmischstab 1 orientiert sind. Die Abstrahlcharakteristiken der Lumineszenzdioden 6 in den reflektierenden Seitenflächen 4 und 5 besitzen in deren Lichtausbreitungsrichtung (Achse) möglichst große Aperturwinkel in Längsrichtung der optischen Achse 7 des Lichtmischstabes 1. In der Ebene senkrecht zur optischen Achse 7 des Lichtmischstabes 1 senden sie wenig oder keine Energie aus, um somit im Leuchtfeld der Lichtaustrittsfläche 3 möglichst kleine Aperturwinkel mit großem Lichtstrom zu erzeugen.

[0024] Gleichzeitig befinden sich in der Lichteintrittsfläche 2 zwei Lumineszenzdioden 8 mit in Lichtführungsrichtung wirkender Abstrahlcharakteristik. Die Winkelabstrahlcharakteristik dieser Lumineszenzdioden 8 weist dabei so kleine Winkel zur optischen Achse 7 auf, wie in der Ebene der Lichtaustrittsfläche 3 benötigt werden.

[0025] Die Aperturwinkel der Lumineszenzdioden 8 müssen wesentlich kleiner sein, als die Aperturwinkel der Lumineszenzdioden 6 in den Seitenflächen 4 und 5 des Lichtmischstabes 1, da sie in der Ebene der Lichtaustrittsfläche 3 kleine Aperturwinkel erzeugen sollen.

[0026] Sowohl alle Seitenflächen (nur 4 und 5 dargestellt) des Lichtmischstabes 1, als auch die Lichteintrittsfläche 2 sind in das Innere des Lichtmischstabes 1 wirkend reflektierend ausgebildet (möglicherweise am einfachsten durch Totalreflexion), so dass das von den Lumineszenzdioden 6 und 8 ausgehende Licht beim Durchgang zur Lichtaustrittsfläche 3 reflektiert wird. Infolge von Mehrfachreflexionen entsteht an der Lichtaustrittsfläche 7 ein homogenisiertes Leuchtfeld mit relativ kleinem, für eine Vielzahl von Anwendungsfällen ausreichenden, Aperturwinkeln.

[0027] Eine mit den Lumineszenzdioden 6 und 8 gekoppelte, in Fig. 1 nicht mit dargestellte, Ansteuereinheit ermöglicht die Ansteuerung der Lumineszenzdioden 6 und 8 mit verschiedenen Wellenlängen, so

dass sich je nach Schaltung Farben nahezu stufenlos variieren lassen. Erfolgt die Ansteuerung der Lumineszenzdioden 6 und 8, insbesondere der in den Seitenflächen 4 und 5 angeordneten Lumineszenzdioden 6 zeitlich nacheinander mit verschiedenen Wellenlängen, entsteht ein definiertes Farbmanagement, ohne dass zusätzliche Bewegungshilfselemente erforderlich sind.

[0028] Die Abstrahlcharakteristiken einer Lumineszenzdiode 6 (großer Aperturwinkel) und einer Lumineszenzdiode 8 (kleiner Aperturwinkel) werden in Fig. 2 und Fig. 3 dargestellt. Dabei zeigt Fig. 2 die Seitenansicht einer Lumineszenzdiode 6 (Achse senkrecht zur optischen Achse 7 des Lichtmischstabes 1) mit einem sich in Längsrichtung der optischen Achse 7 des Lichtmischstabes 1 (Richtung 90 bis 270 Grad) ausbreitenden Lichtstrom. Erkennbar ist, dass in Azimutrichtung in Längsrichtung zur optischen Achse 7 große Aperturwinkel mit einem hohen Lichtstrom vorhanden sind, während in Azimutrichtung quer zur Längsrichtung der optischen Achse 7 des Lichtmischstabes 1 keine Abstrahlung erfolgt.

[0029] Die in Fig. 3 aufgezeigte Winkelabstrahlcharakteristik einer Lumineszenzdiode 6 mit Blickrichtung in deren Achse verdeutlicht, dass die Winkelabstrahlung in Richtung der optischen Achse 7 des Lichtmischstabes 1 (Richtung 90 Grad bis 270 Grad) groß sein muss, quer zu ihr dagegen möglichst nicht vorhanden sein soll, da diese sonst nicht benötigte große Aperturwinkel in der Lichtaustrittsfläche 3 des Lichtmischstabes 1 erzeugen würde.

[0030] Die Lumineszenzdioden 8 in der Lichteintrittsfläche 2 mit ihrer Winkelabstrahlcharakteristik in Richtung der optischen Achse 7 zeigt kleine Aperturwinkel zur optischen Achse 7 mit einem hohen Lichtstrom, die der nach der Innenseite des Lichtmischstabes 1 gerichteten Winkelabstrahlcharakteristik wie in Fig. 3 entspricht.

[0031] In Kombination der in den Fig. 2 und 3 dargestellten Abstrahlcharakteristiken der Lumineszenzdioden 6 und 8 entsteht an der Lichtaustrittsfläche 3 des Lichtmischstabes 1 ein Leuchtfeld mit relativ kleinen Aperturwinkeln.

[0032] Schematische Darstellungen der Mehrfachreflexionen werden in Fig. 4 (Hohlmischstab) und Fig. 5 (Vollmischstab) dargestellt.

[0033] Bei Verwendung eines Hohlmischstabes nach Fig. 4 dürfen in der Seitenflächenebene 9 des Lichtmischstabes 1 an den Einkopfflächen der Lumineszenzdioden 6 in den Lichtmischstab 1 keine Reflexionen auftreten. Das wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel dadurch erreicht, dass in Luft befindliche Lumineszenzdioden 6 verwendet werden, die durch Öffnungen in den Seitenflächen (nur die Seitenfläche 4 dargestellt) in den Innenraum des Lichtmischstabes 1 strahlen.

[0034] Die Flächenteile senkrecht zur optischen Achse 7 der Lumineszenzdioden 6, durch die keine Abstrahlung erfolgen soll (keine kleinen Aperturwinkel), sind durch Spiegel 10 in der Seitenflächenebene

9 mit nach in den Innenraum des Lichtmischstabes 1 gerichteten reflektierenden Schichten abgedeckt. Dadurch wird erreicht, dass die Verluste der an den Seitenflächen 4 und 5 des Lichtmischstabes 1 im Innenraum reflektierten Teilstrahlenbündel 11 minimiert werden.

[0035] Auch bei Verwendung eines Vollmischstabes nach Fig. 5 dürfen in der Seitenflächenebene 9 an den Einkopfflächen der Lumineszenzdioden 6 keine Reflexionen auftreten. Dazu werden die Lumineszenzdioden 6 in ein Material, das bezüglich der Brechzahl dem des Lichtmischstabes 1 sehr ähnlich oder gleich ist, eingebettet. Ebenso wie bei dem Hohlmischstab können die für den Lichtdurchtritt nicht benötigten Flächenteile senkrecht zur optischen Achse 7 der Lumineszenzdioden 6, durch die keine Abstrahlung erfolgen soll (keine kleinen Aperturwinkel), durch Spiegel 10 in der Seitenflächenebene 9 mit nach in den Innenraum des Lichtmischstabes 1 gerichteten reflektierenden Schichten abgedeckt werden.

[0036] Der Hohlmischstab hat dabei den Vorteil, daß es an der Lichtaustrittsfläche 3 nicht zu einer Aperturerhöhung, wie dies beim Vollmischstab der Fall ist, kommt. Daher ist beim Hohlmischstab ein kleinerer Etendue-Wert bei gleichem Lichtstrom erreichbar als beim Vollmischstab.

Bezugszeichenliste

1	Lichtmischstab
2	Lichteintrittsfläche
3	Lichtaustrittsfläche
4, 5	Seitenfläche
6, 8	Lumineszenzdiode
7	optische Achse
9	Seitenflächenebene
10	Spiegel
11	Teilstrahlen

Patentansprüche

1. Lichtmischstab zum Homogenisieren eines Lichtbündels, bevorzugt zur Verwendung in Projektionseinrichtungen, wobei sich der Intensitätsschwerpunkt des Lichtbündels in einer Längsrichtung zwischen einer Lichteintrittsfläche (2) und einer Lichtaustrittsfläche (3) bewegt und im Lichtmischstab (1) reflektierende Flächen (4, 5) vorhanden sind, deren Flächennormalen senkrecht oder geneigt zu dieser Längsrichtung liegen, an denen Teilstrahlen (11) zur Führung des Lichtbündels reflektiert werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Zwecke der Erzeugung des Lichtbündels in den Seitenflächen (4, 5) des Lichtmischstabes Lumineszenzdioden (6) mit in den Innenraum orientierter Wirkrichtung derart angeordnet sind, dass auf dem Wege zur Lichtaustrittsfläche (3) eine ausreichende Durchmischung der Teilstrahlenbündel (11) erfolgt.

2. Lichtmischstab, nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in der Lichteintrittsfläche (2) des Lichtmischstabes (1) mindestens eine Lumineszenzdioden (8) mit in das Innere des Lichtmischstabes (1) orientierter Wirkrichtung angeordnet ist.

3. Lichtmischstab, nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lumineszenzdioden (6) in der Nähe der Lichteintrittsfläche (2) derart angeordnet sind, dass auf dem Wege zur Lichtaustrittsfläche (3) im Lichtmischstab (1) mindestens zwei Reflexionen der maximal vorkommenden Aperturwinkel zur ausreichenden Durchmischung der Teilstrahlenbündel (11) erfolgen.

4. Lichtmischstab, nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass Lumineszenzdioden (6, 8) unterschiedlicher Abstrahlcharakteristik vorgesehen sind.

5. Lichtmischstab, nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die in den reflektierenden Seitenflächen (4, 5) des Lichtmischstabes (1) fixierten Lumineszenzdioden (6) Abstrahlcharakteristiken aufweisen, die durch möglichst große Aperturwinkel in Richtung der Lichtausbreitung entlang der optischen Achse (7) des Lichtmischstabes (1) charakterisiert sind und in der Ebene senkrecht zur optischen Achse (7) wenig oder keine Energie aussenden.

6. Lichtmischstab, nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Lumineszenzdioden (8) in der Lichteintrittsfläche (2) Abstrahlcharakteristiken mit derart kleinen Winkeln zur optischen Achse (7) des Lichtmischstabes (1) aufweisen, wie in der Ebene der Lichtaustrittsfläche (3) benötigt werden.

7. Lichtmischstab, nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichteintrittsfläche (2) des Lichtmischstabes (1) reflektierend ausgebildet ist.

8. Lichtmischstab, nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lumineszenzdioden (6, 8) mit einer zeitlich taktierenden und/oder wellenlängenverändernden Ansteuerung gekoppelt sind.

9. Lichtmischstab, nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtmischstab (1) aus mindestens zwei, in Lichtführungsrichtung hintereinander angeordneten, optisch gekoppelten sowie äquivalent ausgebildeten und/oder unterschiedlich gestalteten Teilelementen besteht, wobei nur der äußerste Lichtmischstab (1) eine verspiegelte Lichteintrittsfläche (2) besitzt.

10. Lichtmischstab, nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Zwecke der Erzeugung des Lichtbündels eine exter-

ne, in Richtung der Lichteintrittsfläche (2) wirkende Beleuchtungsquelle vorgesehen ist.

11. Lichtmischstab, nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verwendung eines Hohlintegrators die Lichtaustrittsflächen der in den Seitenflächen (4, 5) und/oder in der Lichteintrittsfläche (2) des Lichtmischstabes (1) angeordneten Lumineszenzdioden (6, 8) an den nicht für den Lichtaustritt benötigten Flächenteilen, die parallel oder konform zur Ebene (9) der Seitenflächen (4, 5) und/oder zur Ebene in der Lichteintrittsfläche (2) liegen, mit Spiegeln (10) versehen sind.

12. Lichtmischstab, nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verwendung eines Vollintegrators zum Zwecke der Vermeidung von Reflexionen die Lumineszenzdioden (6, 8) in den Seitenflächen (4, 5) des Lichtmischstabes (1) und/oder der Ebene der Lichteintrittsfläche (2) in einem Material, das bezüglich der Brechzahl dem Material des Lichtmischstabes (1) entspricht, eingebettet sind.

13. Lichtmischstab, nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verwendung eines Vollintegrators die Lichtaustrittsflächen der in den Seitenflächen (4, 5) und/oder in der Lichteintrittsfläche (2) des Lichtmischstabes (1) angeordneten Lumineszenzdioden (6, 8) an den nicht für den Lichtaustritt benötigten Flächenteilen, die parallel oder konform zur Ebene (9) der Seitenflächen (4, 5) und/oder zur Ebene in der Lichteintrittsfläche (2) liegen, mit Spiegeln (10) versehen sind.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

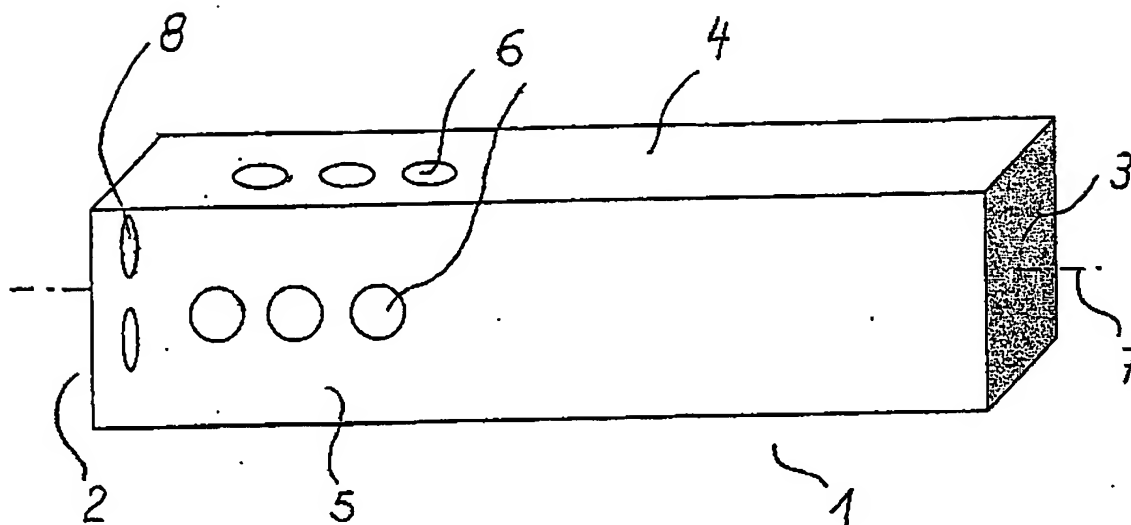


Fig. 1

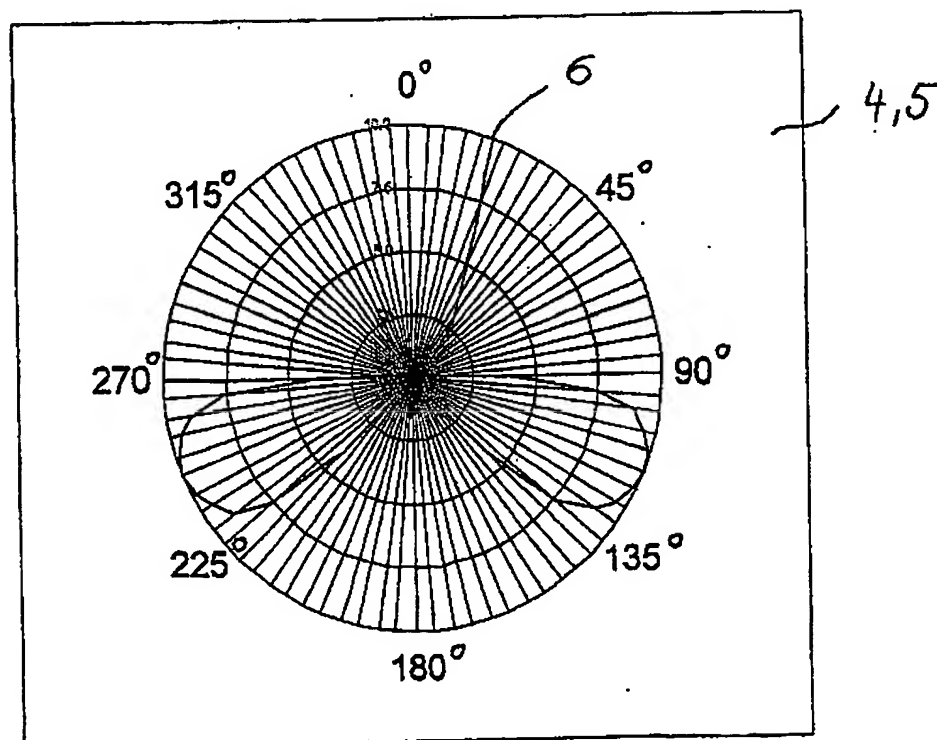


Fig. 2

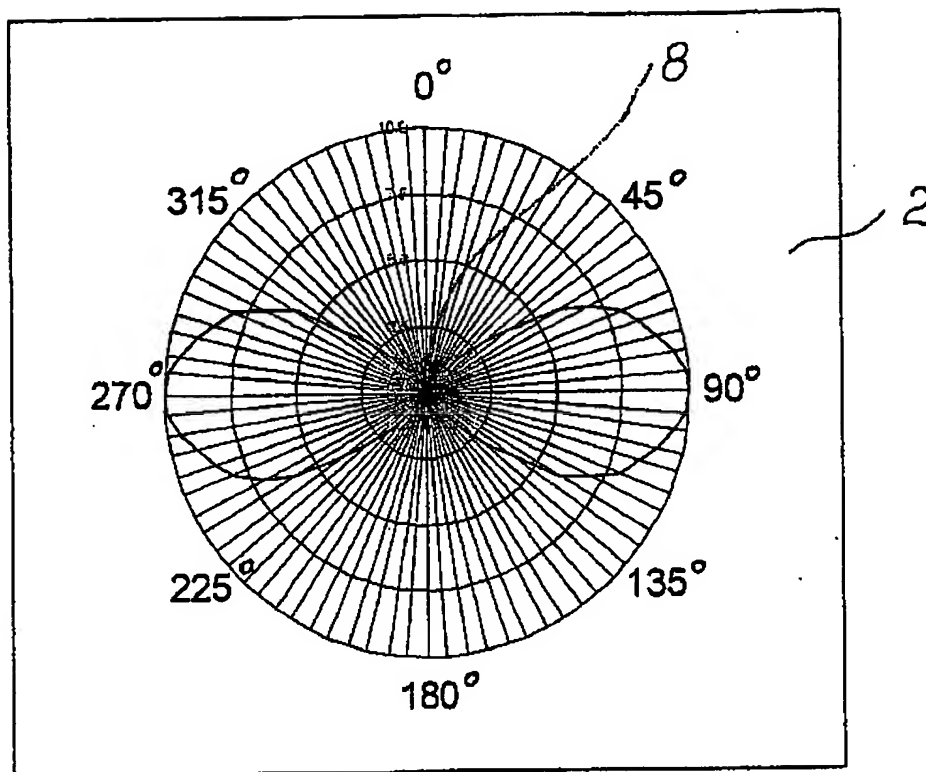


Fig. 3

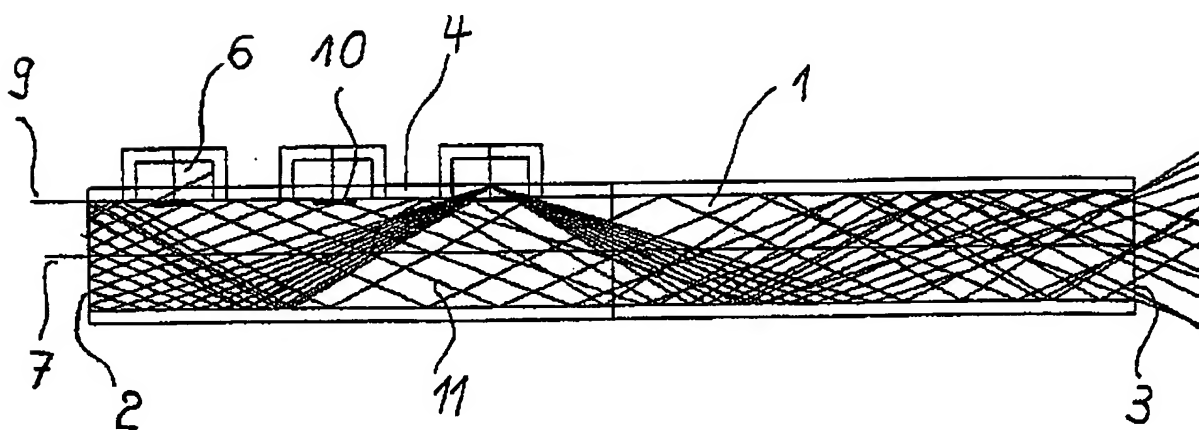


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.